

INFLUÈNCIA DEL PATRÓ RESPIRATORI EN  
LA MODULACIÓ DEL DOLOR: UNA  
REVISIÓ SISTEMÀTICA

Xavier Puigdesens Molina  
xavier.puigdesens@uvic.cat

Tutor/a: Vinicius Rosa De Oliveira

Facultat de Ciències de la Salut i el Benestar

Universitat de Vic-UCC

Treball de fi de grau

Vic, maig de 2022

## INDEX

1. RESUM.....	4
2. ANTECEDENTS I ESTAT ACTUAL DEL TEMA .....	6
2.1. Dolor.....	6
2.1.2. Mecanisme del dolor.....	6
2.1.3. Mecanisme de sensibilització.....	8
2.2. Sistema nerviós autònom.....	9
2.3. Patró respiratori .....	10
3. HIPÒTESI I OBJECTIUS.....	12
3.1. Hipòtesi .....	12
3.2. Objectiu general .....	12
3.3. Objectius específics .....	12
4. METODOLOGIA.....	12
4.1. Paraules clau .....	12
4.2. Algoritme de cerca .....	13
4.3. Criteris de selecció .....	13
4.4. Descripció del procés de cerca.....	13
4.5. Avaluació qualitativa dels estudis .....	14
5. RESULTATS.....	15
6. DISCUSIÓ .....	19
7. CONCLUSIÓ.....	22
8. BIBLIOGRAFIA.....	23
ANNEXES .....	28
Annex 1.....	29
Annex 2.....	30
Annex 3.....	31

## LLISTA D'ABREVIATURES

<b>DA</b>	Dolor Agut
<b>DC</b>	Dolor Crònic
<b>SC</b>	Sensibilització Central
<b>SP</b>	Sensibilització Perifèrica
<b>SNA</b>	Sistema Nerviós Autònom
<b>NV</b>	Nervi Vague
<b>VFC</b>	Variabilitat Freqüència Cardíaca
<b>BRS</b>	Reflex dels baroreceptors

## 1. RESUM

**Antecedents:** El sistema nerviós autònom sembla tenir una gran influència en el desenvolupament i manteniment del dolor. Quan s'esdevé un desequilibri entre les dues branques del sistema nerviós autònom, s'instaura un estat de sensibilització central que esdevé en un manteniment del dolor. El patró respiratori podria ser un dels mitjans per promoure l'estabilització del sistema nerviós autònom, a través del reflex dels baroreceptors, i en conseqüència combatre la sensibilització central, però l'evidència disponible és poca.

**Objectiu:** Revisar l'evidència científica disponible sobre la influència d'un patró respiratori d'expiracions lentes i perllongades sobre la modulació del dolor en persones adultes

**Mètodes:** Es va dur a terme una cerca bibliogràfica en les bases de dades PubMed, Scopus, Trip DataBase i Google Scholar. Es va acotar la cerca a estudis publicats entre el 2017 i el 2022, en llengua anglesa i duts a terme amb participants d'entre 18 i 65 anys. La qualitat dels estudis es va avaluar a través de l'escala PEDro

**Resultats:** Sis dels articles van revelar una modulació significativa del dolor durant la pràctica d'una respiració lenta i perllongada. S'afirma l'eficàcia del patró respiratori sobre l'augment de la tolerància al dolor tant en pacients sans com en persones amb patologies cròniques. Pel que fa al llindar del dolor, les respiracions lentes i amb expiracions perllongades, van aconseguir una augment d'aquest, però només en pacients amb fibromiàlgia.

**Discussió:** Tot i la clara relació que es mostra entre la pràctica d'un patró respiratori perllongat i l'augment del reflex dels baroreceptors, així com, de la variabilitat de la freqüència cardíaca; no sembla que la modulació del dolor sigui deguda a l'estimulació vagal per mitjà de mecanismes respiratoris o cardíacs. El canvi atencional, degut a la pràctica d'un patró respiratori determinat, sembla ser el mecanisme que genera una modulació de la percepció del dolor.

**Conclusions:** Les troballes de la present revisió incentiven a continuar investigant sobre el patró respiratori i la seva influència sobre el dolor, tenint en compte aspectes importants com el focus d'atenció i l'estat d'excitació dels subjectes.

**Paraules clau:** "Patró respiratori", "Dolor", "Sistema nerviós autònom".

## SUMMARY

**Background:** The autonomic nervous system appears to have a major influence on the development and maintenance of pain. When an imbalance between the two branches of the autonomic nervous system occurs, a state of central sensitisation is established which results in the maintenance of pain. The breathing pattern could be one of the means to promote the stabilisation of the autonomic nervous system, through the baroreceptor reflex, and consequently combat central sensitisation, but little evidence is available.

**Objective:** To review the available scientific evidence on the influence of a breathing pattern of slow and prolonged expirations on pain modulation in adults.

**Methods:** A literature search was conducted in PubMed, Scopus, Trip DataBase and Google Scholar databases. The search was limited to studies published between 2017 and 2022, in English and conducted with participants aged between 18 and 65 years. Study quality was assessed using the PEDro scale.

**Results:** Some of the articles revealed a significant modulation of pain during the practice of slow and prolonged breathing. The efficacy of the breathing pattern on the increase of pain tolerance is affirmed both in patients without and in people with chronic pathologies. This means that, when pain is encountered, the slow breaths and prolonged exhalations lead to an increase in pain, but only in patients with fibromyalgia.

**Discussion:** Despite the clear relationship shown between the practice of a prolonged breathing pattern and increased baroreflex and heart rate variability, it does not appear that pain modulation is due to vagal stimulation by respiratory or cardiac mechanisms. Attentional change, due to the practice of a particular breathing pattern, seems to be the mechanism that generates a modulation of pain perception.

**Conclusions:** The findings of the present review encourage further research on the breathing pattern and its influence on pain, taking into account important aspects such as the focus of attention and the state of arousal of the subjects.

**Key words:** "Breathing pattern", "Pain", "Autonomic nervous system".

## 2. ANTECEDENTS I ESTAT ACTUAL DEL TEMA

### 2.1. Dolor

D'acord amb l'Associació Internacional d'Estudi del Dolor (IASP), aquest es defineix com a una sensació, emoció i/o experiència desagradable que està associada a un dany tissular de l'organisme que és real o potencial (1). Quan parlem de dolor, ens podem referir a dues tipologies: *Dolor agut o Dolor crònic* (2,3).

El *dolor agut (DA)* és la sensació dolorosa que resulta de l'activació dels receptors nociceptius davant un estímul nociu amb l'objectiu de protegir el cos envers l'amenaça d'un dany potencial (p.ex: sensació d'escalfor o cremada en deixar la mà al foc que ens permet la seva retirada)(4). Això no obstant, el DA també és present quan el dany és real a conseqüència d'una lesió en algun dels teixits de l'organisme (p.ex: fractura d'un os, ruptura de fibres, operacions) i s'anomena dolor persistent. Quan aquest dany és real, el dolor ens ajuda a protegir la lesió fins que el procés de curació s'ha completat; el qual pot tenir una durada de fins a 3-6 mesos (3). Durant els episodis de dolor més agut, a conseqüència d'una lesió real, s'acostuma a optar per tractament farmacològic; analgèsic o antiinflamatoris (4).

El *dolor crònic (DC)*, per la seva banda, fa referència a aquelles sensacions de dolor que persisteixen durant més de 3-6 mesos o passat el temps de curació del teixit (5). El DC s'ha convertit en un important problema de salut a escala mundial. S'estima que entre el 20-25% de la població mundial pateix algun tipus de DC (3,4,5) i 1 de cada 10 persones és diagnosticada per DC cada any (7). El DC musculoesquelètic s'ha convertit en la segona causa mundial de discapacitat física i laboral, caracteritzat per molèsties a la columna vertebral, dolor articular inespecífic i/o episodis de dolor postoperatoris (5,7,8). Un 69% de la població amb dolor crònic musculoesquelètic opta per un tractament no farmacològic, entre els quals destaquen el massatge, la fisioteràpia i l'acupuntura. El 38% de la població que en fa ús afirma que aquests tractaments els hi han set d'utilitat per combatre el seu dolor (5).

#### 2.1.2. Mecanisme del dolor

Els nociceptors, terminacions nervioses altament especialitzades presents a la pell, músculs i articulacions; són els encarregats de respondre davant estímuls dolorosos. Aquests recullen l'estímul dolorós ambiental (mecànic, tèrmic, elèctric) i el converteixen en un senyal elèctric que arriba al SNC, on és processat per generar una sensació dolorosa desagradable i, conseqüentment, desencadenar una resposta per revertir-la o protegir la zona lesionada (3,4,9,10).

El procés nociceptiu està compost per quatre fases: transducció, transmissió, percepció i modulació (Annex 1).

La *transducció*, la primera de les fases, és portada a terme per dos tipus principals de nociceptors: fibres A delta i fibres C (9,10). Les fibres A delta són mielinitzades i parlem de vies de conducció ràpida; que fa que siguin les vies principals davant estímuls dolorosos sobtats o ràpids (p.ex: cremades). Aquestes, generen un reflex espinal abans que l'estímul sigui percebut com a sensació per les estructures superiors del SNC (4,9). Per la seva banda, les fibres C no són mielinitzades i esdevenen de conducció lenta. Es localitzen als òrgans, tendons i pell (4). Transmeten un tipus de dolor sord, mal localitzat i habitualment són les que condueixen un dolor constant (9).

La *transmissió* s'inicia quan l'estímul dolorós ha passat a missatge elèctric. Aquest missatge és transportat fins al SNC. Les fibres A delta i C fan sinapsis a l'arrel dorsal de la medul·la espinal. L'impuls ascendeix a través de la medul·la mitjançant dues vies diferents: Via espinotalàmica lateral i via espinotalàmica medial (10,11) (Annex 2).

La via espinotalàmica lateral condueix els impulsos ràpids i envia informació sobre la localització, intensitat i duració del dolor; s'associa al dolor sobtat o agut. Per altra banda, la via espinotalàmica medial s'encarrega d'impulsos lents i es projecta cap a estructures profundes del cervell (hipotàlem, sistema límbic, sistema reticular) que es relacionen amb les emocions i la memòria; habitualment associada al dolor sort o crònic (9,10).

La *percepció* és la tercera fase de la nocicepció. És la interpretació de la informació ascendent en relació amb la nostra experiència. Perquè aquesta percepció es dugui a terme correctament, hi ha d'haver una integració entre tres sistemes neurals, un procés que és anomenat "pain neuromatrix" (9,12):

- **Sensorial**, identifica les característiques de l'estímul dolorós (Còrtex somatosensorial).
- **Afectiu**, determina el comportament emocional envers el dolor (Sistema reticular i sistema límbic).
- **Cognitiu**, descriu el coneixement previ sobre la modulació del dolor partint de l'experiència i elabora una resposta.

L'última de les fases és la *modulació*. Fa referència a la facilitació o inhibició de la informació aferent i es porta a terme mitjançant l'alliberament de neurotransmissors (serotonina i noradrenalina) que fan que l'arrel dorsal de la medul·la espinal necessiti un estímul més elevat per transmetre el senyal (9).

### 2.1.3. Mecanisme de sensibilització

El procés nociceptiu s'inicia amb l'activació dels nociceptors quan detecten un estímul dolorós que sobrepassa el seu llindar d'activació (13). En el cas d'una lesió tissular, es genera una resposta inflamatòria fisiològica del cos, la qual genera una sobreexcitació d'aquests nociceptors, anomenada *sensibilització perifèrica* (SP). Aquest fenomen perifèric esdevé en un augment de la sensació dolorosa (hiperalgèsia) a la zona lesionada, amb l'objectiu de protegir la zona durant el període de recuperació (4,14).

De la mateixa manera, existeix l'anomenada *sensibilització central* (SC) que es defineix com a un augment de la sensibilitat o de la senyal neural en el SNC davant estímuls dolorosos normals (hiperalgèsia) o per sota del llindar del dolor (alodínia) (15,16). Aquesta SC és el resultat d'una transmissió persistent de senyals neurals dolorosos provinents de la sensibilització perifèrica, a través de les fibres C (4,13,15,17). La neuroplasticitat permet que aquest fenomen generi canvis en el SNC i esdevingui en un desequilibri entre les vies ascendents i els sistemes inhibidors descendents; resultant en el manteniment d'aquesta SC, i disminuint així el llindar i intensitat del dolor (4,15,17).

Per consegüent, derivat de l'augment de l'amplificació dels impulsos dolorosos en el SNC, qualsevol de les estructures que actuen en el "pain neuromatrix" per a la percepció del dolor (còrtex somatosensorial, tàlem, còrtex prefrontal, sistema límbic, etc.) pot estar alterada i desencadenar en una resposta disfuncional (13). També pot ocasionar el desenvolupament d'alteracions en la cognició, la regulació del sistema nerviós autònom o problemes neuromusculars (15,18). La participació d'aquestes estructures superiors i profundes del cervell, fa que els factors cognitius i emocionals juguin un paper molt important en la modulació del dolor (10). És per aquest motiu que el dolor s'ha de tractar amb un abordatge multifactorial atès que l'estat emocional, l'atenció i/o la memòria poden alterar la percepció del dolor i la resposta envers aquest (4,10,19).

S'ha vist que els factors de risc més determinants per desencadenar la SC són la depressió, la por al dolor, l'estrès, l'ansietat; així com creences (14,15) i factors cognitius com el catastrofisme o la percepció de certes patologies (17).

Davant aquest fet, diferents són les patologies catalogades dins el grup de síndromes de sensibilització central: fibromiàlgia, migranyes, dolor lumbar, dolor temporomandibular, dolor cranial tensional, dolor cervical o whiplash, osteoartritis de genoll, dolor miofascial del trapezi (15,17,20).



## 2.2. Sistema nerviós autònom

El *Sistema nerviós autònom (SNA)* és un component molt important per a la regulació de l'estrès de l'organisme i el manteniment de l'equilibri homeostàtic. Constitueix una forta connexió entre el cervell i la perifèria, que el relaciona estretament amb la percepció del dolor i l'adaptació a l'estrès. Està format per diferents àrees del SNC formant una xarxa integral que s'encarrega de la regulació de les funcions internes de l'organisme per la supervivència i adaptació a la perifèria. Algunes estructures cerebrals que controlen aquest sistema són: l'ínsula, l'amígdala cerebral, l'hipotàlem o els ventricles; estructures molt relacionades amb la modulació del dolor (21). Per aquest motiu, diversos estudis suggereixen que el SNA té una gran influència en el desenvolupament i manteniment del dolor (6,7,8). Varis autors afirmen de la presència d'un desequilibri del SNA, caracteritzat per un augment de la resposta simpàtica en combinació amb la disminució del to parasimpàtic, en pacients amb dolor cervical crònic (24), dolor lumbar (25) i fibromiàlgia (21).

El sistema límbic té un paper molt important en la modulació del dolor (19). El conjunt d'estructures que el formen (amígdala, hipocamp, etc.) estan implicades tant en episodis de dolor agut com crònic, específicament en la part emocional del "neuromatrix" (9,19). Tanmateix, alguns estudis parlen de la seva influència en el mecanisme d'inhibició nociceptiu (10,13).

La presència d'un desequilibri en les vies del dolor (via espinotalàmica ventral i lateral), produeix una excessiva activació de les estructures encarregades del manteniment de l'equilibri autonòmic pel que fa al SNC (tàlam, sistema límbic i neocòrtex) (21). Aquestes estructures augmenten el to simpàtic del SNA a conseqüència de la contínua informació nociceptiva que reben, esdevenint en un desequilibri autonòmic en l'organisme. Aquesta resposta simpàtica desmesurada, quan es perllonga en el temps, causa un estat de fatiga i esdevé en una hipofunció de l'organisme, mantenint un estat de sensibilització central que genera alteracions en el patró respiratori, disminució de les reserves energètiques, reducció de la reparació dels teixits, augment de les forces compressives sobre les articulacions o poca resiliència per controlar el llindar del dolor (12,22).

Una de les estructures més relacionades amb el SNA és el X parell cranial, anomenat nervi vague (NV). Aquest s'encarrega de la innervació de la majoria d'òrgans i vísceres internes del cos. Compte amb un 80-90% de fibres aferents i un 20% eferents, les quals són mielinitzades (26). Les fibres eferents, majoritàriament, tenen el seu destí en estructures de la part superior del diafragma com el cor, bronquis, laringe, faringe, esòfag, entre d'altres. Aquestes vies li generen un poder de control sobre les estructures respiratòries i cardíques que li permeten regular

canvis metabòlics sense haver d'activar una resposta simpàtica, per tant, parlem d'una via parasimpàtica. Aferentment, a banda de les vísceres que es troben per sota el diafragma, també rep informació d'altres parells (V, IIV, IV, XI parells cranials) que el nodreix d'informació sobre l'expressió facial, la pressió sanguínia, els nivells sanguinis O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>, així com empassar i vocalitzar (21,27). Cert estudis afirmen que l'estimulació externa o interna d'aquest nervi genera efectes analgèsics en l'organisme, tenint en compte la seva influència en la modulació nociceptiva en el SNC (24,27,28). Les seves vies aferents estan implicades en els estímuls nociceptius mecànics, pel que fa a l'aspecte afectiu-emocional. Existeix una evidència sobre la relació del NV i el dolor, a conseqüència del seu poder inhibidor en factors etiològic del dolor com la inflamació, l'activitat simpàtica, influència sobre els efectes analgèsics o l'activació d'àrees del cervell contràries a la percepció del dolor (30).

La Variabilitat de la Freqüència Cardíaca (VFC) es tracta de la variació en temps de l'interval format entre les onades R, que representen la despolarització del ventricle esquerre, de dos batecs cardíacs consecutius (26,31). Donat que el NV és l'encarregat de controlar aquesta variació parasimpàtica de la freqüència cardíaca, la VFC és un molt bon indicador de l'estat del to vagal i de l'equilibri del SNA (21,24,30,31). Quan la VFC és alta, ens indica un bon estat del to vagal i una correcta funció parasimpàtica. En canvi, en cas de SC, davant un estat de sobre activació simpàtica, aquesta VFC es veurà disminuïda o serà quasi inexistent, i conseqüentment la capacitat d'adaptació de l'organisme serà limitada davant als canvis de l'ambient i desequilibris homeostàtics. (26,27).

### 2.3. Patró respiratori

S'ha estudiat el *patró respiratori* com una de les maneres d'estimular internament el nervi vague. En condicions normals, durant la inspiració el batec cardíac augmenta i es genera un espai temporal d'inhibició del to vagal. Exhalant, la freqüència cardíaca disminueix i es recupera aquest to vagal parasimpàtic. Aquest canvi en la freqüència cardíaca lligada al cicle respiratori s'anomena Arrítmia Sinusal Respiratòria, i també és un bon indicador del correcte funcionament del SNA (26).

Els baroreceptors, terminacions nervioses que detecten el canvi de pressió en les parets arterials, generen un reflex que és clau per la relació entre la respiració i la VFC. Aquest reflex recull informació del sinus aòrtic i carotídi, regulant així la pressió sanguínia. Quan detecten que aquesta és alta, el reflex i es disminueix la FC per mitjà del nervi vague que actua com a fre (21).

Durant episodis d'estrès agut es desencadena un patró respiratori disfuncional d'hiperventilació amb tendència a inspirar molt O<sub>2</sub>, per mitjà d'una respiració ràpida, habitualment per la boca i

a nivell toràctic alt. Els pulmons reben més aire del necessari i per contra els nivells de CO<sub>2</sub> en la sang disminueixen. La hiperinflació fa augmentar la FC i la manté elevada, la VFC disminueix i consegüentment el to simpàtic esdevé el protagonista principal. Aquest patró amb el temps, si no és redreçada pot cronificar-se i fer que el SNA no sigui prou resilient, causant una retroalimentació positiva que reforça la SC envers el dolor a conseqüència de la falta d'activació parasimpàtica (32).

La disminució de la PCO<sub>2</sub> fa que els baroreceptors es tornin sensible al seu augment i, per tant, hi hagi una hiperreflèxia cada cop que es detecti un ascens en els valors d'aquest paràmetre. La hiperreflèxia generarà una compensació que serà augmentar la freqüència respiratòria, i el predomini de la inspiració continuarà present, fent que la disfunció (predomini simpàtic) es retroalimenti. A conseqüència d'aquesta sensibilització i les expiracions curtes, els baroreceptors sempre detecten nivells alts d'O<sub>2</sub> en sang i el cos sempre té la sensació distorsionada d'estar en fase d'inhalació, fet que genera una continua activació simpàtica i inhibeix el to vagal.

En un estudi s'afirma que una freqüència respiratòria de 6 respiracions/minut s'associa a un menor reflex dels baroreceptors (BRS) davant la hipercàpnia i la hipòxia (33). En conseqüència, sembla ser una bona freqüència sobre la qual treballar, juntament amb les expiracions perllongades, per restablir aquest equilibri del SNA que ens permeti regular la sensibilització del dolor.

Aquestes teories s'han vist confirmades per certs estudis que conclouen que les pràctiques de respiracions lentes i profundes amb expiracions perllongades desencadenen en un augment del to vagal, la VFC i una disminució del dolor (21,28,34,35). No obstant això, d'altres investigacions conclouen que no hi ha relació entre la pràctica d'aquest tipus de respiració i la disminució del dolor (21,22,23,24).

A causa de la prevalença actual que es viu envers el dolor i l'absència d'alguna revisió sistemàtica que reculli l'evidència existent, s'ha creat una problemàtica sobre la influència i eficàcia del patró respiratori sobre la modulació del dolor. És per això que es fa necessari la realització d'una revisió de la bibliografia existent i veure quina és l'evidència disponible sobre el tema.

### 3. HIPÒTESI I OBJECTIUS

#### 3.1. Hipòtesi

La pràctica d'un patró respiratori lent i amb expiracions perllongades en persones adultes genera una modulació del dolor a través d'una estimulació vagal.

#### 3.2. Objectiu general

- Revisar l'evidència científica disponible sobre la influència d'un patró respiratori d'expiracions lentes i perllongades sobre la modulació del dolor en persones adultes.

#### 3.3. Objectius específics

- Conèixer la influència d'una respiració lenta i perllongada envers la modulació del dolor.
- Descriure els mecanismes fisiològics per combatre la sensibilització central desencadenada pel dolor.
- Determinar els factors que influeixen en els mecanismes de modulació del dolor.

### 4. METODOLOGIA

Per aquesta revisió sistemàtica s'ha dut a terme una cerca bibliografia en diferents bases de dades científiques per mitjà d'un algoritme de cerca i utilitzant paraules clau, descriptors i sinònims en anglès. Les bases de dades utilitzades han estat: PubMed, Scopus i Tripdatabase.

#### 4.1. Paraules clau

Les paraules clau emprades i els sinònims són amb anglès, donat que la recerca s'ha realitzat únicament en aquest idioma. A continuació es desglossen les paraules clau, descriptors, així com els sinònims que en deriven:

PARAULA CLAU	DESCRIPTOR	SINÒNIMS
RESPIRACIÓ	<i>Respiration</i>	Breathing/ Deep breathing/ Slow breathing/ Paced breathing
DOLOR	<i>Pain</i>	<i>Hyperalgesia/ musculoskeletal pain/ nociceptive pain</i>
LLINDAR DE DOLOR	<i>Pain Threshold</i>	<i>Pain Thresholds/ Threshold, Pain/ Thresholds, Pain</i>

**Taula 1.** Descriptors de cerca

## 4.2. Algoritme de cerca

Utilitzant les paraules de l'apartat anterior, es va elaborar un algoritme fent que la cerca fos més acurada.

```
(Respiration[MeSH Major Topic] OR Breathing[MeSH Major Topic] OR "Slow Breathing" OR "Deep Breathing" OR "Paced Breathing" AND (Pain[MeSH Major Topic] OR Hyperalgesia[MeSH Major Topic] OR "Musculoskeletal Pain"[MeSH Major Topic] OR "Nociceptive Pain"[MeSH Major Topic]) AND ("Pain Threshold"[MeSH Major Topic] OR "Threshold, Pain" OR "Thresholds, Pain")
```

*Figura 1. Algoritme de cerca.*

## 4.3. Criteris de selecció

### Criteris d'inclusió:

- Edat dels participants entre 18 i els 67 anys.
- Assajos clínics aleatoritzats, estudis experimentals, estudis observacionals.
- Idioma en anglès.

### Criteris d'exclusió:

- Estudis publicats abans de l'any 2017
- Treballs de revisions sistematitzades, metanàlisis i estudis de revisió.
- Estudis amb infants/adolescents o persones de la tercera edat.

## 4.4. Descripció del procés de cerca

La cerca es va dur a terme entre el gener i març del 2022, fent ús de tres bases de dades: PubMed, Scopus, TripDataBase i Google Scholar on es va introduir l'algoritme de cerca (Figura 1). Posteriorment, es va filtrar els articles per anys per abastar únicament els articles publicats durant el període entre 2017 i 2022.

Primer es va fer una lectura dels títols dels articles i es van seleccionar aquells que eren més rellevants. Finalment, 36 registres varen ser seleccionats, dels quals sis van ser exclosos per ser duplicats.

Es va fer una lectura de l'abstract dels 30 registres obtinguts i es van desestimar aquells que no complien amb els criteris d'inclusió o d'exclusió. En la mateixa línia, també es van desconsiderar aquells que no tenien relació directa amb els objectius de la present revisió. Tot plegat va resultar amb l'elecció de 8 registres que finalment van ser inclosos en la present revisió (Figura 2).

#### 4.5. Avaluació qualitativa dels estudis

L'escala PEDro s'ha utilitzat per saber quina era la qualitat dels estudis escollits (Taula 1). Aquesta avalua si existeix suficient validesa interna i informació estadística perquè els resultats dels estudis siguin interpretables. L'escala està composta per 11 punts i té en compte diferents aspectes de l'assaig, com per exemple: l'aleatorització dels subjectes, el cec o l'elaboració dels resultats (Annex 3).

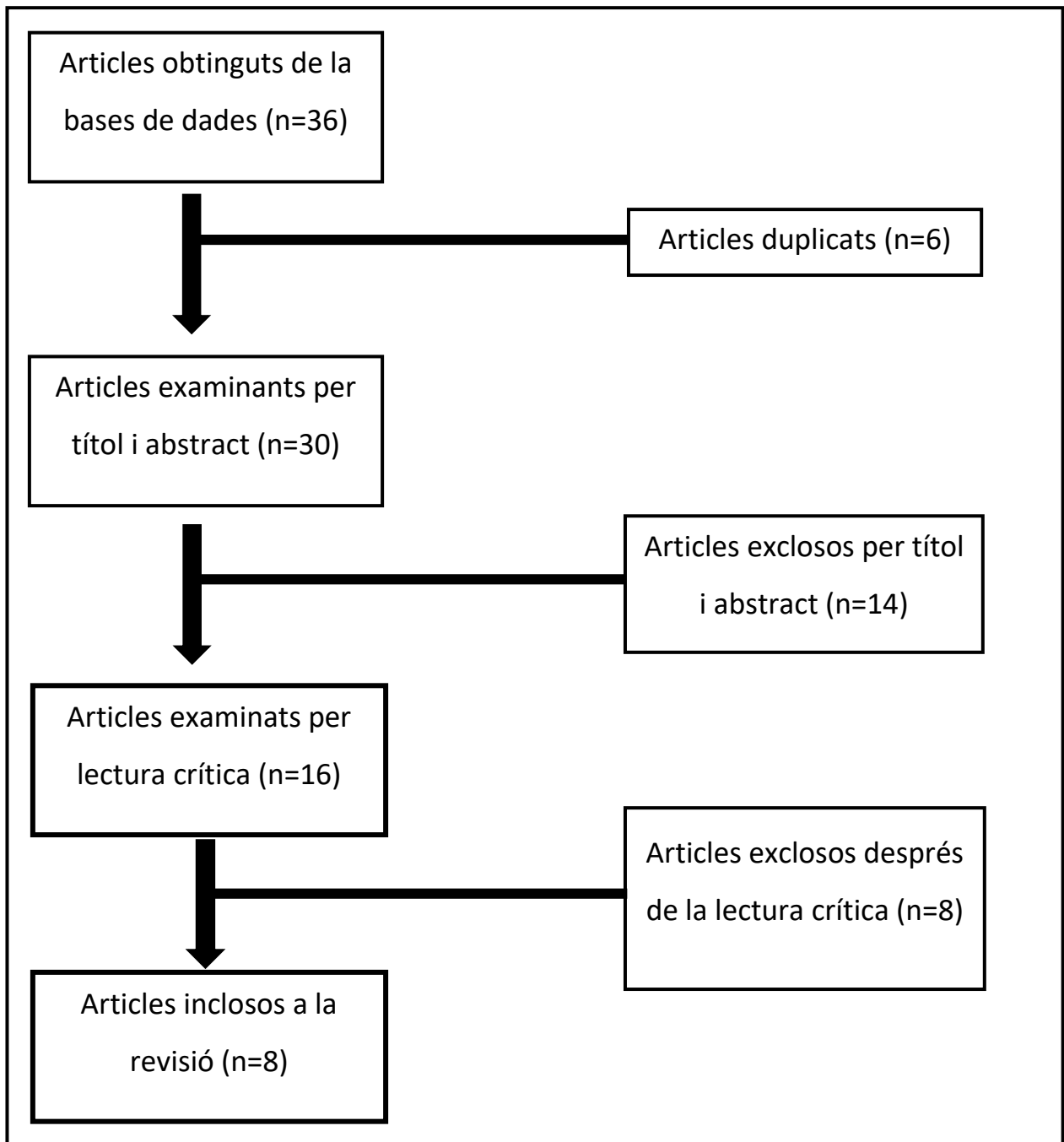


Figura 2. Diagrama de flux de la selecció d'articles.

## 5. RESULTATS

Després d'elaborar la cerca, s'han seleccionat vuit articles que reunien els criteris d'inclusió i, per tant, han estat incorporats en la revisió. La puntuació mitjana de qualitat dels articles ha estat de 7,2 punts sobre 11.

Els participants de les investigacions tenien entre 18-64 anys amb una mitjana general de 32 anys. Cinc dels estudis es van dur a terme amb població sana, aplicant un estímul dolorós tèrmic, elèctric o tàctil (27,38,39,40,41). Per contra, tres dels procediments es va desenvolupar amb persones amb patologia: dos amb població amb fibromiàlgia (43,44) i un amb individus que patien mal de cap tensional crònic (45). A la Taula 1 es mostra un resum de les característiques principals de cada article, així com els resultats més rellevants.

En referència a les variables d'estudi, tots els estudis van mesurar el llinard i/o la intensitat del dolor (Digital Pain Meter, Numerical Rating Scale o Wong-Baker Faces Pain Scale). Alguns altres aspectes que s'han tingut en compte han estat la qualitat de vida (Fibromyalgia Impact Questionnaire o HIIT-6), en casos en patologia, o l'impacte emocional (Assessment Manikin Scale), valorat a través del control de la situació dolorosa o la resposta emocional. D'altres conceptes estudiats ha estat la variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC) o el reflex dels baroreceptors (BRS), tot i que aquests aspectes només han estat valorats en algun dels estudis (27,38,39,40,41).

Les intervencions han estat variades; algunes s'han basat únicament en la pràctica d'un patró respiratori (41,42,43,44), però d'altres han fet ús de dos (40) o tres patrons diferents (28,39,41) (controlats i no controlats). Tanmateix, tots els processos experimentals han inclòs una respiració lenta i perllongada com a una de les intervencions.

Sis dels articles van revelar una modulació significativa del dolor durant la pràctica d'una respiració lenta i perllongada (27,40,41,42,43,44). Pel que fa a cada dimensió del dolor, dos articles afirmen l'eficàcia sobre l'augment de la tolerància, però no del llinard del dolor, davant un estímul elèctric (41) i tèrmic (42), així com amb pacients amb una patologia crònica (45), després de practicar una respiració lenta i perllongada. En població sana s'ha vist que la respiració lenta perllongada amb càrrega inspiratòria és més efectiva que una respiració controlada respecte a l'augment de la tolerància del dolor davant un estímul dolorós elèctric (41). També s'han aconseguit una disminució del dolor quan la respiració lenta perllongada ha estat amb una ratio inspiració/expiració baixa, és a dir, amb expiracions perllongades (28). El llinard del dolor va augmentar, a conseqüència d'una respiració lenta i perllongada, en pacients amb fibromiàlgia.

Aquests van expressar millores en diferents punts gatell (suboccipital, supraespínós i segona costella) (43,44).

Per altra banda, dues investigacions no van mostrar millores relacionades ni en la tolerància ni en el llindar del dolor després d'una respiració lenta i perllongada (39,40). Si bé, en una d'aquestes es van obtenir resultats significatius que mostraven beneficis en quan al llindar del dolor, en comparar els patrons respiratoris controlats amb una respiració no controlada (39).



Autor i any	Mostra (Mitjana o rang d'edat)	Patologia	Variables (Instrument de mesura)	Intervenció	Resultats	PEDro
Tomas-Carus et al., 2018 (43)	30 participants (54,1 ± 9,3 anys)	Fibromiàlgia	<b>Llindar de dolor en punts gatell</b> ( <i>Digital Pain Meter</i> ) <b>Impacte en la vida diària</b> ( <i>Fibromyalgia Impact Questionnaire</i> )	<b>GI:</b> Intervenció de 12 setmanes; 4 set. control i 8 set. de pràctica diària (2 cops) de 5 exercicis de RLP diafragmàtica. <b>GC:</b> Sense intervenció	Augment del llindar del dolor en el punts gatells (important en suboccipitals i supraespínós). També es van presentar millores significatives en la capacitat funcional i fatiga a conseqüència de la intervenció	8/11
Garrido et al., 2017 (44)	14 participants (51,07 ± 12,08 anys)	Fibromiàlgia	<b>Llindar de dolor en punts gatell</b> ( <i>Digital Pain Meter</i> )	Intervenció de 12 setmanes; 4 set. control i 8 set. de pràctica diària de 5 exercicis de RLP diafragmàtica.	Es van establir millores significatives en l'augment del llindar del dolor durant i després de la intervenció a nivell occipital, cervical baixa i segona costella en el costat dominant	7/11
Gopichandran et al., 2021 (45)	169 participants (44,21 ± 10,7 anys)	Mal de cap tensional crònic	<b>Intensitat del dolor</b> ( <i>Wong-Baker Faces Pain Scale</i> ) <b>Impacte en la vida diària</b> ( <i>HIT-6</i> )	<b>GI:</b> Pràctica diària de 20' d'exercicis de RLP i relaxació muscular progressiva durant 12 setmanes. <b>GC:</b> Rutina estandaritzada	Els pacients del grup d'intervenció van presentar millores més significatives en la intensitat del dolor, la freqüència dels episodis i la discapacitat relacionada amb els mals de cap crònics durant i després de la intervenció.	7/11
Courtois et al., 2020 (40)	83 participants (22,45 ± 3,1 anys)	Població sana	<b>Intensitat del dolor</b> ( <i>Numerical Rating Scale</i> ) <b>Control de la situació dolorosa</b> ( <i>Assessment Maniki Scale</i> )	Pràctica de dos tipus de respiració (RC i RLP) davant de 3 estímuls de dolor diferents (elèctric, tèrmic i mecànic).	No es van trobar diferències significatives en la modulació del dolor entre els dos tipus de respiració en cap dels 3 estímuls dolorosos, tot i l'augment en els paràmetres de BRS i VFC amb la RLP.	8/11
Gholamrezaei et al., 2021 (39)	57 participants (22 ± 3,8 anys)	Població sana	<b>Intensitat de dolor</b> ( <i>Numerical Rating Scale</i> ) <b>Nivell d'incomoditat del dolor</b> ( <i>Numerical Rating Scale</i> )	Aplicació de tres patrons respiratoris diferents (RNC, RC, RLP) davant un estímül elèctric a nivell esofàgic	No es van trobar diferències significatives en la intensitat del dolor entre una respiració a freqüència normal i una respiració lenta i perllongada. La intensitat sí va ser menor en els períodes de respiració controlada. Addicionalment, es va associar una respiració controlada a la disminució del catastrofisme envers el dolor.	9/11
Gholamrezaei et al., 2021 (41)	44 participants (22 ± 4 anys)	Població sana	<b>Intensitat del dolor</b> ( <i>Numerical Rating Scale</i> ) <b>Resposta emocional</b> ( <i>Assessment Manikin Scale</i> )	Pràctica de tres patrons respiratoris diferents (RC, RLP i RLP amb càrrega	Una RLP amb càrrega inspiratòria va ser significativament més efectiva per a reduir la intensitat del dolor en comparació amb una RC.	9/11

				inspiratòria) durant els quals s'aplica un estímul elèctric dolorós.	No es va trobar relació significativa entre una RLP amb càrrega inspiratòria i RSA com a mediador del dolor.	
Sharma et al., 2017 (42)	30 participants (18-25 anys)	Població sana	<b>Tolerància al dolor</b> (Temps màxim d'immersió) <b>Llindar del dolor</b> (Temps que tarda a percebre dolor per primera vegada)	Exposició al fred a través d'immersió de la mà dominant en aigua a temperatura de 5º. Dues immersions ( primera sense RLP i segona amb RLP prèvia de 5 minuts).	Els valors de tolerància al dolor van ser significativament majors després de la pràctica d'una RLP. Per contra, el llindar del dolor no es va veure afectat per aquest tipus de respiració.	7/11
Jafari et al., 2020 (28)	48 participants (22,5 ± 3 anys)	Població sana	<b>Intensitat del dolor</b> (Numerical Rating Scale)	Aplicació d'estímuls tèrmics dolorosos de diferents intensitats durant la pràctica de quatre patrons respiratoris diferents (RNC, RLC, RLP amb inspiració perllongada i RLP amb expiració perllongada).	Una RLP amb expiració perllongada va obtenir uns valors de dolor inferiors que una RLP amb inspiracions perllongades; especialment com més augmentava l'estímul dolorós. No obstant, qualsevol patró respiratori lent sembla disminuir el dolor.	9/11

**Taula 2.** Taula resum de les característiques i resultats de cada article.

GI= Grup d'intervenció, GC= Grup control, RNC= Respiració no controlada, RC= Respiració controlada (14 respiracions/minut), RLC= Respiració lenta controlada, RLP= Respiració lenta perllongada (6 respiracions/minut).

## 6. DISCUSIÓ

La present revisió tenia el propòsit de revisar quina és l'evidència disponible sobre l'eficàcia d'un patró respiratori d'expiracions lentes i perllongades sobre la modulació del dolor en persones adultes. Per dur a terme aquesta investigació, es van fixar tres objectius:

- Conèixer la influència de les expiracions lentes i perllongades envers la modulació del dolor.
- Descriure els mecanismes fisiològics per combatre la sensibilització central desencadenada pel dolor.
- Determinar els factors que influeixen en els mecanismes de modulació del dolor.

En general, sembla que l'aplicació d'un tractament basat en la respiració lenta i perllongada aporta beneficis respecte a la modulació del dolor i, per tant, indiquen que pot ser un bon abordatge a l'hora de tractar el dolor en pacients crònic, però també davant situacions de dolor agut. És cert que el patró respiratori lent i perllongada genera beneficis referents al llindar del dolor davant la fibromiàlgia (43,44); o millores en la intensitat del dolor en pacients amb dolor cervical crònic (45); i amb individus sotmesos a estímuls tèrmics (28,42) i elèctrics (41). Malgrat això, aquesta modulació del dolor sembla estar més encaminada cap a la disminució de la intensitat, i no cap a l'augment del llindar del dolor, com prèviament s'havia pensat. Així ho conclou l'article de Sharma et al., (42), l'únic dels articles que ha tingut en compte tant aspectes d'intensitat com del llindar del dolor; on es van trobar millores significatives pel que fa a la intensitat, però no en relació amb el llindar del dolor, lligades a una respiració lenta i perllongada. Tot i la troballa d'un article on es determina que una càrrega inspiratòria aplicada a una respiració lenta i perllongada és més efectiva per disminuir la intensitat del dolor en comparació a una respiració controlada; aquesta no s'ha comparat amb l'aplicació d'una càrrega expiratòria (41).

Anteriorment, s'havia afirmat que la combinació d'un patró respiratori lent i perllongat que fes ús d'expiracions perllongades podria aconseguir restablir l'equilibri del SNA i, per tant, aconseguir pal·liar la sensibilització central (26). L'estudi de Jafari et al., (2020), on es mostren beneficis més significatius quan s'apliquen expiracions perllongades, en detriment d'inspiracions perllongades, reforça aquesta idea. Això ens fa pensar, doncs, que si als beneficis de la respiració lenta i perllongada se li afegeix que la fase d'expiració sigui més perllongada que la inspiració, en un ratio 1/2, aquests beneficis es poden maximitzar, tant en pacients crònics com aguts.

Cinc estudis van incloure la VFC i el BRS com a variables d'estudi (27,38,39,40,41). Tots ells van mostrar un augment significatiu de la VFC i el BRS a conseqüència d'una respiració lenta perllongada en comparació als diferents patrons respiratoris. En algun d'ells, també es va valorar l'estat d'excitació de la persona, així com els sentiments de plaer i comoditat. En l'estudi de Courtois et al., els participants van expressar més incomoditat en la pràctica d'una respiració lenta perllongada en comparació a una respiració pausada a freqüència normal. En el mateix estudi, no es van observar beneficis significatius entre la respiració lenta perllongada i la disminució de l'estat d'excitació de la persona.

La creença que es tenia del paper de la VFC com a factor d'influència per a la modulació del dolor no està recolzada pels resultats obtinguts en la present revisió. Tot i la clara relació que es mostra entre la pràctica d'un patró respiratori perllongat i l'augment del BRS com de la VFC, no sembla que la modulació del dolor sigui deguda a l'estimulació vagal per mitjà de mecanismes respiratoris o cardíacs. Diferents articles afirmen que l'efecte analgèsic de la respiració controlada no té relació amb la freqüència del patró respiratori i, conseqüentment, el rol del BRS i de la VFC en la modulació del dolor a través de la respiració lenta i perllongada tampoc té relació (27,38,39,40). Un factor d'influència dels que es parla és l'estat d'excitació de la persona; fent referència al fet que la relaxació juga un paper important i, per tant, aquelles pràctiques respiratòries que s'executin amb un propòsit de relaxació poden obtenir aquesta analgèsia (40). Gholamrezaei, et al. (39), també parlen de la influència del canvi atencional com a mecanisme de la modulació del dolor, a conseqüència d'una reassignació de l'atenció cap al control de la respiració i generen un canvi en la percepció del dolor. Aquesta hipòtesi es veu reforçada pels resultats d'un altre article que va mostrar que tots els patrons respiratoris controlats tenien efectes significatius en la reducció del dolor (28).

Així doncs, el tractament del dolor en situacions cròniques com agudes poden beneficiar-se de les respiracions lentes i perllongades. La freqüència respiratòria sembla no tenir un paper principal, sinó, el fet de disminuir la freqüència per sota la normal i haver de controlar aquest patró genera un canvi del focus atencional esdevenint en un canvi en la percepció del dolor. Si, s'acompanya aquest patró conjuntament amb expiracions perllongades, es pot aconseguir un major estat de relaxament i reducció de l'estrès, que s'ha vist que pot ser un dels mecanismes que ens ajudin a modular el dolor. El fet explícit de demanar que aquesta respiració sigui relaxant, ens pot donar un plus per poder obtenir resultats beneficiosos envers el dolor, tot i que aquest aspecte s'hauria d'aprofundir en futurs estudis per confirmar-ne l'eficàcia.

Un cop esmentat tots els aspectes, cal destacar les limitacions de la present revisió. En primer lloc, les mostres han estat petites i de característiques diferents, fet que els resultats no es puguin extrapolar a una població concreta; en tot cas, permet tenir una visió més generalitzada del dolor i de la influència en cada tipus d'aquest. En segon lloc, la falta d'estandardització dels instruments de mesura pot comportar errors a l'hora de l'anàlisi estadística dels estudis; ara bé, per a l'avaluació de la intensitat el dolor s'ha fet ús de mètodes subjectius, per tant, la diferència entre aquest pot quedar mitigada. Finalment, la poca quantitat d'estudis que investiguin aquesta dimensió nerviosa del dolor ha limitat l'abast de la revisió.

Respecte a les fortaleses del treball, cal destacar la inclusió tant d'estudis amb participants sans com persones amb patologies cròniques, que permet un enfocament més global de la modulació del dolor. A més, ha permès comparar els resultats d'uns i altres per veure si les repercussions eren les mateixes per cada tipus de població. Tanmateix, tot i que les intervencions siguin diferents, el fet que s'hagi inclòs la respiració lenta i perllongada en tots els procediments, permet que els resultats tinguin un cert grau de rellevància i siguin coherents amb l'objectiu de la revisió.

Els resultats d'aquest treball ens introdueix cap a un camp poc conegut del maneig del dolor, el qual s'ha de continuar investigant, però que s'ha de tenir en compte, especialment amb persones amb dolor continuat quan d'altres intervencions no es poden dur a terme. Al ser una tècnica no invasiva ens pot ajudar amb el tractament de persones aprensives per combatre el dolor. Afegir que, degut de l'estrès continuat amb el qual viu actualment la societat, no només ens pot aportar millores en el dolor, sinó també a nivell social, trobant un estat de calma i una millora en les nostres relacions, de les quals també es pot beneficiar el nostre SNC.

## 7. CONCLUSIÓ

Els resultats d'aquesta revisió sistemàtica reforcen parcialment la hipòtesi plantejada. S'ha vist com existeix una influència del patró respiratori sobre la modulació del dolor, especialment quan aquest es dur a terme lentament i amb combinació a expiracions perllongades. Aquests beneficis s'han vist presents tant en pacients crònics, com amb participants a qui se'ls ha administrat un estímul dolorós.

Tanmateix, el mecanisme que es proposava com a desencadenant de la modulació i potencial extintor de la sensibilització central no sembla ser el veritable mediador. D'altres factors com el canvi del focus d'atenció, lluny del punt dolorós o el criteri de relaxació que condueix a una disminució de l'excitació del SNC semblen ser els mecanismes més vàlids per explicar els canvis en els paràmetres del dolor.

Aquestes troballes creen un punt de partida per a l'estudi del tractament del dolor a través de la respiració, incentiven a continuar investigant sobre aquest tema i veure si els mecanismes que es suggereixen com a possibles desencadenants de la disminució del dolor en són realment els encarregats.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. International Association for the Study of Pain. Terminology | International Association for the Study of Pain . 2021. Available from: <https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/#pain>
2. Blanco-Tarrio E, Espinosa-Almendro J.M, Marcos-Carreras H, Rodríguez- López M.J. Buena Práctica Clínica en Dolor y su Tratamiento . Atencion primaria de calidad. 2009. 1–120 p. Available from: [https://www.cgcom.es/sites/default/files/guia\\_dolor\\_0.pdf](https://www.cgcom.es/sites/default/files/guia_dolor_0.pdf)
3. Hill R.Z, Bautista D.M. Getting in Touch with Mechanical Pain Mechanisms. Trends Neurosci. 2020;43(5):311–25. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.03.004>
4. Wang M, Thyagarajan B. Pain pathways and potential new targets for pain relief. Biotechnol Appl Biochem. 2020;(December):110–23.
5. Marcus D, Cope D.K, Deodhar A, Payne R. An Atlas of Investigation and Management CHRONIC PAIN An Atlas of Investigation and Management. Atlas Med Publ. 2009;5.
6. Mills S.E.E, Nicolson K.P, Smith B.H. Chronic pain: a review of its epidemiology and associated factors in population-based studies. Br J Anaesth. 2019;123(2):e273–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.03.023>
7. Goldberg D.S, McGee S.J. Pain as a Global Public Health Priority Pain as a Global Public Health Priority. BMC Public Health. 2011;0–11.
8. Martinez-Calderon J, Flores-Cortes M, Morales-Asencio J.M, Luque-Suarez A. Pain-Related Fear, Pain Intensity and Function in Individuals With Chronic Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Pain. 2019;20(12):1394–415. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.04.009>
9. Ellison D.L. Physiology of Pain. Crit Care Nurs Clin North Am. 2017;29(4):397–406. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cnc.2017.08.001>
10. Lee G.I, Neumeister MW. Pain: Pathways and Physiology. Clin Plast Surg. 2020;47(2):173–80.
11. Steeds C.E. The anatomy and physiology of pain. Surgery. 2009;27(12):507–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mpsur.2009.10.013>

12. Meyers W.H, Westhoff P, Fabiosa J.F, Hayes D.J. The limbic system and chronic musculoskeletal pain. 2010;6(1):1–19.
13. Pak D.J, Yong RJ, Kaye A.D, Urman RD. Chronification of Pain: Mechanisms, Current Understanding, and Clinical Implications. *Curr Pain Headache Rep.* 2018;22(2).
14. Klyne D.M, Moseley G.L, Sterling M, Barbe M.F, Hodges P.W. Are Signs of Central Sensitization in Acute Low Back Pain a Precursor to Poor Outcome? *J Pain.* 2019;20(8):994–1009. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.03.001>
15. Monaco A, Cattaneo R, Marci M.C, Pietropaoli D, Ortu E. Central Sensitization-Based Classification for Temporomandibular Disorders: A Pathogenetic Hypothesis. *Pain Res Manag.* 2017;2017.
16. Tanaka K, Murata S, Nishigami T, Mibu A, Manfuku M, Shinohara Y, et al. The central sensitization inventory predict pain-related disability for musculoskeletal disorders in the primary care setting. *Eur J Pain (United Kingdom).* 2019;23(9):1640–8.
17. Van Wilgen C, Vuijk P., Kregel J, Voogt L, Meeus M, Descheemaeker F, et al. Psychological distress and widespread pain contribute to the variance of the central sensitization inventory: A cross-sectional study in patients with chronic pain. *Pain Pract Off J World Inst Pain.* 2018;18(2):239–46. Available from: <https://doi.org/10.1111/papr.12600>
18. Echeita J.A, Preuper H.R.S, Dekker R, Stuive I, Timmerman H, Wolff AP, et al. Central Sensitization and functioning in patients with chronic low back pain: Protocol for a cross-sectional and cohort study. *BMJ Open.* 2020;10(3):1–13.
19. Thompson J.M, Neugebauer V. Cortico-limbic pain mechanisms. 2020;15–23.
20. Huysmans E, Ickmans K, Van Dyck D, Nijs J, Gidron Y, Roussel N, et al. Association Between Symptoms of Central Sensitization and Cognitive Behavioral Factors in People With Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Cross-sectional Study. *J Manipulative Physiol Ther.* 2018;41(2):92–101. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2017.08.007>
21. Martins D.F, Viseux F.J.F, Salm D.C, Ribeiro A.C.A, da Silva H.K.L, Seim L.A, et al. The role of the vagus nerve in fibromyalgia syndrome. *Neurosci Biobehav Rev.* 2021;131(August):1136–49.
22. Passatore M, Roatta S. Influence of sympathetic nervous system on sensorimotor function: Whiplash associated disorders (WAD) as a model. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98(5):423–49.



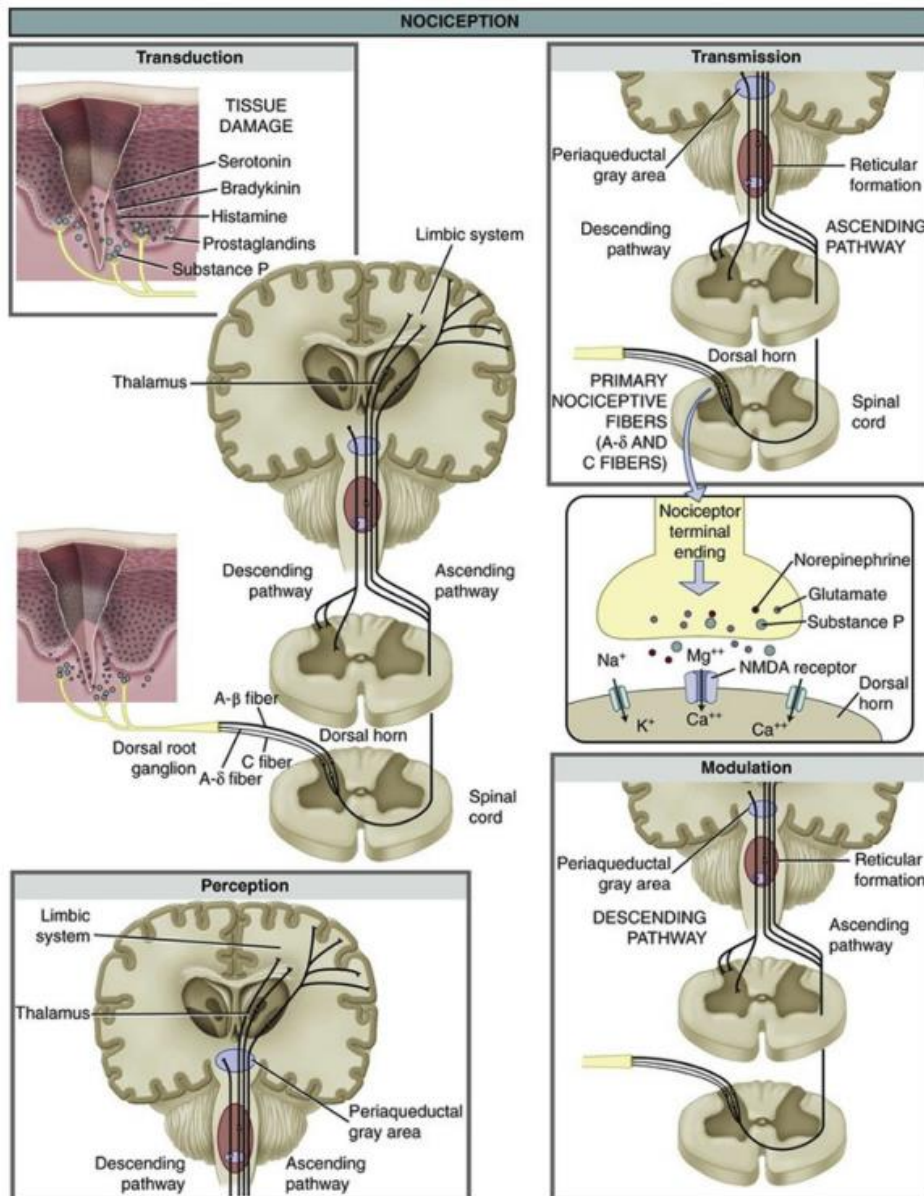
23. Martinez-Lavin M. Fibromyalgia: When distress becomes (Un)sympathetic pain. *Pain Res Treat.* 2012;2012.
24. Hallman D.M, Lyskov E. Autonomic regulation, physical activity and perceived stress in subjects with musculoskeletal pain: 24-hour ambulatory monitoring. *Int J Psychophysiol.* 2012;86(3):276–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.09.017>
25. Kalezic N, Åsell M, Kerschbaumer H, Lyskov E. Physiological reactivity to functional tests in patients with chronic low back pain. *J Musculoskelet Pain.* 2007;15(1):29–40.
26. McKeown P, Hamilton L. *The Breathing Cure: Develop New Habits for a Healthier, Happier, and Longer Life.* Humanix Books; 2021.
27. Rosenberg S, Porges S.W, Shield B. *Accessing the Healing Power of the Vagus Nerve.* Amsterdam, Países Bajos: Adfo Books; 2017.
28. Jafari H, Gholamrezaei A, Franssen M, Van Oudenhove L, Aziz Q, Van den Bergh O, et al. Can Slow Deep Breathing Reduce Pain? An Experimental Study Exploring Mechanisms. *J Pain.* 2020;21(9–10):1018–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.12.010>
29. Yuan H, Silberstein S.D. Vagus Nerve and Vagus Nerve Stimulation, a Comprehensive Review: Part III. *Headache.* 2016;56(3):479–90.
30. Bonaz B, Sinniger V, Pellissier S. Vagal tone: Effects on sensitivity, motility, and inflammation. *Neurogastroenterol Motil.* 2016;28(4):455–62.
31. So V, Klar G, Leitch J, McGillion M, Devereaux P.J, Arellano R, et al. Association between postsurgical pain and heart rate variability: Protocol for a scoping review. *BMJ Open.* 2021;11(4):1–6.
32. Breit S, Kupferberg A, Rogler G, Hasler G. Vagus nerve as modulator of the brain-gut axis in psychiatric and inflammatory disorders. *Front Psychiatry.* 2018;9(MAR).
33. Bernardi L, Gabutti A, Porta C, Spicuzza L. Slow breathing reduces chemoreflex response to hypoxia and hypercapnia, and increases baroreflex sensitivity. *J Hypertens.* 2001;19(12):2221–9.
34. Berry ME, Chapple I.T, Ginsberg J.P, Gleichauf K.J, Meyer J.A, Nagpal M.L. Non-pharmacological Intervention for Chronic Pain in Veterans: A Pilot Study of Heart Rate Variability Biofeedback. *Glob Adv Heal Med.* 2014;3(2):28–33.

35. Hallman D.M, Olsson E.M.G, Von Scheéle B, Melin L, Lyskov E. Effects of heart rate variability biofeedback in subjects with stress-related chronic neck pain: A pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2011;36(2):71–80.
36. Martin S.L, Kerr K.L, Bartley E.J, Kuhn B.L, Palit S, Terry E.L, et al. Respiration-induced hypoalgesia: Exploration of potential mechanisms. *J Pain*. 2012;13(8):755–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2012.05.001>
37. Zunhammer M, Eichhammer P, Busch V. Do cardiorespiratory variables predict the antinociceptive effects of deep and slow breathing? *Pain Med (United States)*. 2013;14(6):843–54.
38. Busch V, Magerl W, Kern U, Haas J, Hajak G, Eichhammer P. The Effect of Deep and Slow Breathing on Pain Perception, Autonomic Activity, and Mood Processing-An Experimental Study. *Pain Med*. 2012;13(2):215–28.
39. Gholamrezaei A, Van Diest I, Aziz Q, Pauwels A, Tack J, Vlaeyen J.W.S, et al. Effect of slow, deep breathing on visceral pain perception and its underlying psychophysiological mechanisms. *Neurogastroenterol Motil*. 2021;(May):1–13.
40. Courtois I, Gholamrezaei A, Jafari H, Lautenbacher S, Van Diest I, Van Oudenhove L, et al. Respiratory Hypoalgesia? The Effect of Slow Deep Breathing on Electrocutaneous, Thermal, and Mechanical Pain. *J Pain*. 2020;21(5–6):616–32. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.10.002>
41. Gholamrezaei A, Van Diest I, Aziz Q, Vlaeyen J.W.S, Van Oudenhove L. Controlled breathing and pain: Respiratory rate and inspiratory loading modulate cardiovascular autonomic responses, but not pain. *Psychophysiology*. 2021;58(10):1–14.
42. Sharma P, Mavai M, Bhagat O.L, Muruges M, Sircar S. Slow deep breathing increases pain-tolerance and modulates cardiac autonomic nervous system. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2017;61(2):107–13.
43. Tomas-Carus P, Branco J.C, Raimundo A, Parraca J.A, Batalha N, Biehl-Printes C. Breathing exercises must be a real and effective intervention to consider in women with fibromyalgia: A pilot randomized controlled trial. *J Altern Complement Med*. 2018;24(8):825–32.

44. Garrido M, Castaño M.Y, Biehl-Printes C, Gomez MA, Branco J.C, Tomas-Carus P, et al. Effects of a respiratory functional training program on pain and sleep quality in patients with fibromyalgia: A pilot study. *Complement Ther Clin Pract.* 2017;28:116–21.
45. Gopichandran L, Srivastava A.K, Vanamail P, Kanniammal C, Valli G, Mahendra J, et al. Effectiveness of progressive muscle relaxation and deep breathing exercise on pain, disability, and sleep among patients with chronic tension-type headache a randomized control trial. *Holist Nurs Pract.* 2021;(June):1–12.

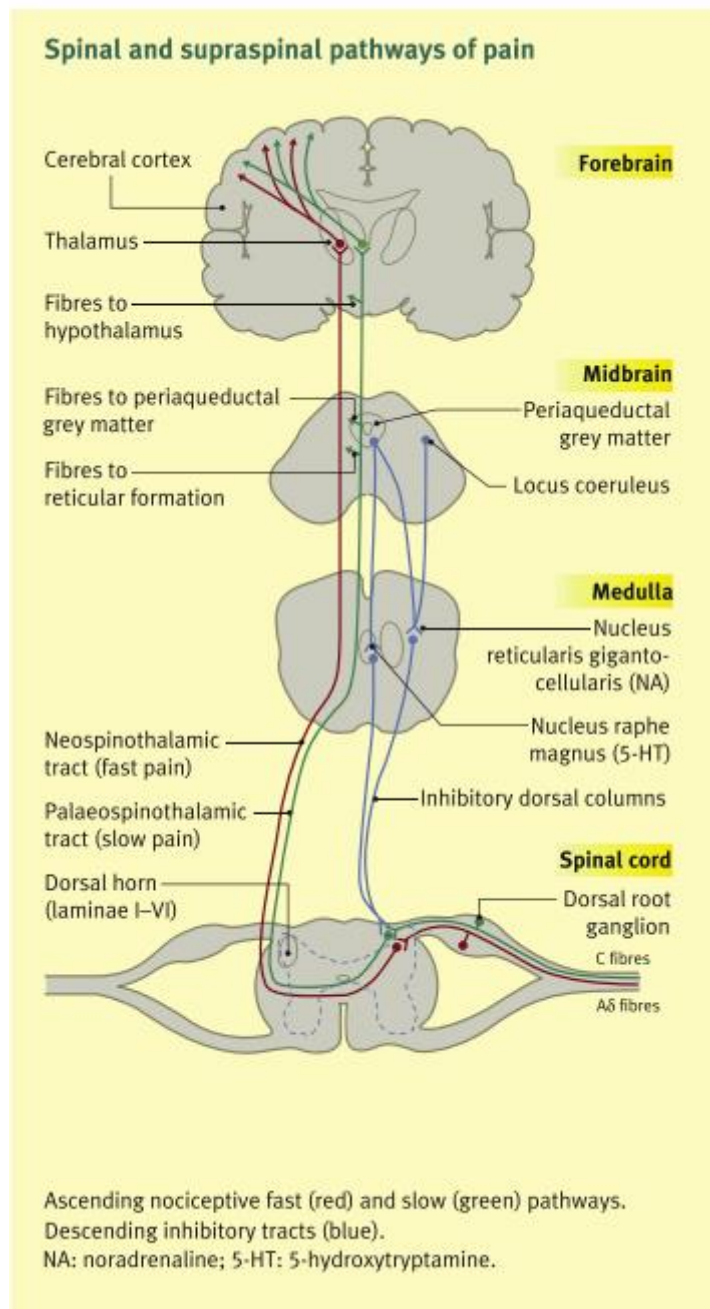
# ANNEXES

Annex 1



**Annex 1.** Les quatre fases de procés nociceptiu. Font: Ellison DL. *Physiology of Pain*. Crit Care Nurs Clin North Am. 2017;29(4):397–406.

Annex 2



**Annex 2.** Ruta de les vies del dolor. Font: Steeds CE. *The anatomy and physiology of pain.* Surgery. 2009;27(12):507–11.

### Annex 3

Escala PEDro
1. Els criteris d'elecció estan especificats.
2. Els participants han estat assignats aleatòriament als grups.
3. L'assignació va ser oculta.
4. Els grups han estat similars al inici en relació als indicadors pronòstics més importants.
5. Tots els subjectes han estat cegats.
6. Tots els terapeutes que han administrat la teràpia han estat cegats.
7. Tots els avaluadors que han mesurat almenys un resultat han estat cegats.
8. Les mesures d'almenys un resultat clau han estat obtingudes a partir de més del 85% dels subjectes inicialment assignats als grups.
9. S'han presentat resultats de tots els subjectes que van rebre tractament o han estat assignats al grup control, o quan això no ha pogut ser, les dades d'almenys un resultat clau han estat analitzades amb intenció de tractar.
10. Els resultat de comparació estadística entre grups han estat informats par almenys un resultat clau.
11. L'estudi proporciona mesures puntuals i variabilitat per almenys un resultat clau.

**Annex 3.** Criteris d'avaluació qualitativa que conformen l'escala PEDro

## NOTA DE L'AUTOR

Finalitzat el treball de fi de grau, m'agradaria esmentar la quantitat de coneixement que m'ha brindat el fet de realitzar aquesta revisió bibliografia. Són moltes les capacitats que he desenvolupat i millorat durant el transcurs d'aquest últim curs, des de aspectes més teòrics fins habilitats més organitzatives en quan a l'estructura i elaboració d'un treball. Tanmateix, m'he demostrat a mi mateix que la literatura científica és molt important i que es fa necessari una bona avaluació d'aquesta per obtenir conclusions rellevants. Així doncs, després de realitzar aquesta revisió, sento que tinc esperit crític per consultar la literatura científica, i que per tant pot ser una bona eina per obtenir coneixement ara que començaré la meva carrera professional.